

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**DISPLAY ELEMENT AND ITS FORMATION**

Patent Number: JP5134266  
Publication date: 1993-05-28  
Inventor(s): TANAKA KEIJI; others: 02  
Applicant(s): NIPPON TELEGR & TELEPH CORP  
Requested Patent: ☐ JP5134266  
Application Number: JP19910295617 19911112  
Priority Number(s):  
IPC Classification: G02F1/1347  
EC Classification:  
Equivalents: JP3162762B2

---

**Abstract**

---

**PURPOSE:** To easily form the high-brightness display element having the high efficiency of utilizing light by using a liquid crystal layer and a high-polymer layer as plural thin layers varying in refractive index.  
**CONSTITUTION:** A high-polymer material layer 103 and the liquid crystal layer 104 are laminated between transparent conductive films 101 and 102. The high-polymer material layer 103 consists of a photo- or thermosetting type high-polymer material having the refractive index  $n_3$ . The liquid crystal layer 104 consists of a twisted nematic liquid crystal which can be varied in refractive index from  $n_1$  to  $n_2$  ( $n_1 > n_2 > n_3$ ). A voltage is impressed between the transparent conductive films 101 and 102 by a power source 105, by which the refractive index of the liquid crystal layer 104 is made into  $n_1$  to reflect the light mainly consisting of, for example, red and to allow the transmission of the light exclusive of this light. The refractive index of the liquid crystal layer 104 is made into  $n_2$  when the voltage is not impressed between the transparent conductive films 101 and 102. The reflectivity of the light in the wavelength band of red is then drastically decreased and the greater part of the light is transmitted.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-134266

(43) 公開日 平成5年(1993)5月28日

(51) Int.Cl.<sup>5</sup>

G 0 2 F 1/1347

識別記号

庁内整理番号

7348-2K

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数4(全10頁)

(21) 出願番号 特願平3-295617

(22) 出願日 平成3年(1991)11月12日

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号

(72) 発明者 田中 敬二

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

(72) 発明者 加藤 謹矢

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

(72) 発明者 酒井 重信

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

(74) 代理人 弁理士 中村 純之助

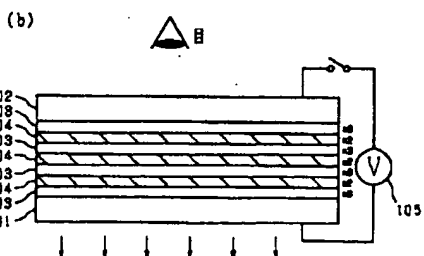
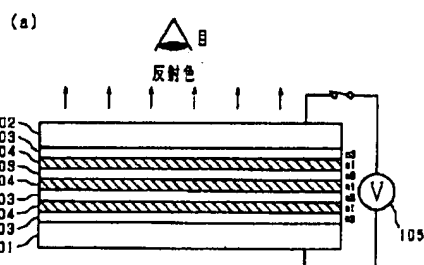
(54) 【発明の名称】 表示素子およびその形成方法

(57) 【要約】

【目的】 光の利用効率の高い高輝度な表示素子を簡便に形成する。

【構成】 2つの透明導電膜101、102間に、光あるいは熱硬化型高分子材料からなる高分子材料層103と、屈折率が電界によって可変なツイストネマティック液晶からなる液晶層104とを積層する。

図1



103-高分子材料層  
104-液晶層

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】屈折率の異なる複数の薄層が積層し、上記薄層のうち単数あるいは複数の薄層の屈折率が電界により変化する表示素子において、上記屈折率の異なる複数の薄層として液晶層と高分子材料層とを用いたことを特徴とする表示素子。

【請求項2】屈折率の異なる複数の薄層が積層し、上記薄層のうち単数あるいは複数の薄層の屈折率が電界により変化する表示素子において、上記屈折率の異なる複数の薄層として液晶と高分子材料との混合物を用い、上記液晶と上記高分子材料との比率を相違させたことを特徴とする表示素子。

【請求項3】屈折率の異なる複数の薄層が積層し、上記薄層のうち単数あるいは複数の薄層の屈折率が電界により変化する表示素子において、上記屈折率の異なる複数の薄層として液晶と高分子材料との混合物を用い、上記高分子材料中の上記液晶の領域の大きさを相違させたことを特徴とする表示素子。

【請求項4】光あるいは熱硬化型高分子材料からなる高分子材料と液晶とを混合し、複数のレーザー光を上記高分子材料と上記液晶との混合物に照射し、上記レーザー光の干渉パターンによる光の強弱により屈折率の異なる薄層を形成することを特徴とする表示素子の形成方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】この発明は表示素子およびその形成方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】図6は従来の透過型表示装置を示す概略図である。この透過型表示装置では、バックライト402によって白色光を供給し、TN型あるいはSTN型液晶401の両側に偏光板403を配する構造を光シャッターとして用い、出てきた白色光をカラーフィルター404によって着色して、表示動作を行なう。

【0003】図7は従来の反射型表示装置を示す概略図である。この反射型表示装置では、TN型あるいはSTN型液晶501の両側に偏光板503を配する構造を光シャッターとして用い、出てきた白色光をカラーフィルター504によって着色することは、図6に示した透過型表示装置と同様であるが、バックライトの代りに反射板502を配して、反射光のみを利用して表示動作を行なう。

【0004】図8は従来の高分子分散型液晶を用いた反射型カラー表示装置を示す概略図である。この反射型カラー表示装置では、分散質である液晶601と分散媒である高分子602との混合物である高分子分散型液晶にさらに染料603を加え、その後方にカラー膜604をたとえばモザイク状に配し、カラー膜604の後方に反射板605を配している。

【0005】この反射型カラー表示装置においては、図8(a)に示す散乱モード（電圧を印加しない状態）では、液晶601と高分子602との屈折率の差により散乱した光が高分子602内あるいは液晶601内に含有された染料603に吸収されるから、黒色が表示され、また図8(b)に示す透過モード（電圧を印加した状態）においては、後方にあるカラー膜604の色が発現される。

【0006】しかし、図6に示した透過型表示装置では、バックライト402の体積が大きく、かつこの部分の消費電力が大きいので、薄型化、携帯化を行なうことが困難である。

【0007】また、図7に示した反射型表示装置では、反射光のみ利用するから、光量が少ないため、透過型表示装置の場合に比べて光シャッターの光利用効率を大きく上げる必要があるが、TN型あるいはSTN型液晶501を単純に用いただけでは、本質的に必要な偏光板503の存在により反射光の利用効率が少なくとも半分以下に下がり、高輝度化が困難である。

【0008】さらに、図8に示した高分子分散型液晶を用いた反射型カラー表示装置では、透過モードにおいても、染料603により光が吸収されるため、輝度が下がる欠点がある。

【0009】そこで、本発明者らは、上記の課題を解決し、軽薄化、携帯化を図ることが容易で、かつ高輝度化が容易な新たな表示素子、表示装置およびその製造方法（特願平2-306265号）を考案した。

【0010】図9は特願平2-306265号に記載の表示素子を示す概略図である。この表示素子においては、導電膜701上に屈折率 $n_3$ の透明な膜702を配し、膜702上に屈折率が電界によって $n_1$ から $n_2$ （ $n_1 < n_2 < n_3$ ）まで可変な透明な膜703たとえば液晶（高分子強誘電性液晶を含む）あるいは強誘電体を配し、屈折率が可変で透明な膜703上に屈折率 $n_3$ の透明な膜704を配し、透明な膜704上に透明導電膜705を配している。

【0011】この表示素子においては、図9(a)に示すように、導電膜701と透明導電膜705との間に加える電圧により、屈折率が可変で透明な膜703の屈折率を $n_1$ とすると、全体として屈折率が $n_3/n_1/n_3$ の多層膜構造となり、よく知られた干渉フィルターの原理（たとえば、光学薄膜（藤原史朗編、共立出版、1986年）を参照）に従い、特定の波長帯域の光を反射し、それ以外の光を透過する。また、図9(b)に示すように、導電膜701と透明導電膜705との間に加える電圧により、屈折率が可変で透明な膜703の屈折率を変えて $n_2$ とすると、多層膜中の各膜702～704の屈折率差が屈折率が可変で透明な膜703の屈折率が $n_1$ の場合に比べて小さくなるから、特定の波長帯域における光の反射率は大幅に低下し、大部分の光を透過す

る。

【0012】したがって、この表示素子を用いれば、特定の波長帯域の光の反射、透過を制御でき、かつそれ以外の波長帯域の光を常に透過する装置を構成できる。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】しかし、特願平2-306265号に記載の表示素子において、光の利用効率を高くし、バックライトをつけなくても明るい表示が可能な表示を実現するためには、屈折率が異なる薄層を1  $\mu$ m以下の微細間隔で繰返し積層する必要があり、この

ためには材料の異なる複数の膜を何度も堆積しなければならず、作製工程が複雑である。

【0014】この発明は上述の課題を解決するためになされたもので、バックライトを用いない軽薄化、携帯化が容易で、偏光板が不要でかつ光の利用効率の高い高輝度なカラー表示装置を作成することができる表示素子、光の利用効率の高い高輝度な表示素子を簡便に形成することができる表示素子の形成方法を提供することを目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】この目的を達成するために、この発明においては、屈折率の異なる複数の薄層が積層し、上記薄層のうち単数あるいは複数の薄膜の屈折率が電界により変化する表示素子において、上記屈折率の異なる複数の薄層として液晶層と高分子材料層とを用いる。

【0016】また、屈折率の異なる複数の薄層が積層し、上記薄層のうち単数あるいは複数の薄膜の屈折率が電界により変化する表示素子において、上記屈折率の異なる複数の薄層として液晶と高分子材料との混合物を用い、上記液晶と上記高分子材料との比率を相違させる。

【0017】また、屈折率の異なる複数の薄層が積層し、上記薄層のうち単数あるいは複数の薄膜の屈折率が電界により変化する表示素子において、上記屈折率の異なる複数の薄層として液晶と高分子材料との混合物を用い、上記高分子材料中の上記液晶の領域の大きさを相違させる。

【0018】また、光あるいは熱硬化型高分子材料からなる高分子材料と液晶とを混合し、複数のレーザー光を上記高分子材料と上記液晶との混合物に照射し、上記レ

【0019】

【作用】この表示素子、その形成方法においては、極めて簡単に屈折率が異なる薄層を微細間隔で繰返し積層させることができる。

【0020】

【実施例】以下、この発明を図面に示す実施例に基づいて説明する。

【0021】（表示素子1）図1はこの発明による表示

素子を示す概略図である。この表示素子においては、たとえば膜厚500ÅのITO膜からなる2つの透明導電膜101、102間に、屈折率 $n_3$ の光あるいは熱硬化型高分子材料（たとえば熱硬化型高分子材料：エポキシ樹脂（ $n_3=1.3$ ）、あるいは光硬化型高分子材料：ライトラックLA0208（ $n_3=1.5$ ））からなる高分子材料層103と、屈折率が電界によって $n_1$ から $n_2$ （ $n_1>n_2>n_3$ ）まで可変なツイストネマティック液晶（たとえばメルク社製E-7： $n_1=1.75$ 、 $n_2=1.52$ ）からなる液晶層104とを積層している。また、105は液晶層104の屈折率を変化させるための電源である。

【0022】この表示素子においては、図1(a)に示すように、透明導電膜101と透明導電膜102との間に電圧を印加することにより、液晶層104の屈折率を $n_1$ とすると、全体として屈折率が $n_3/n_1/n_3 \cdots n_3/n_1/n_3$ （ $n_1=1.75$ 、 $n_3=1.5$ ）の多層構造に等しくなり、よく知られた干渉フィルターの原理（たとえば、光学薄膜（藤原史朗編、共立出版、1986年）を参照）に従い、たとえば高分子材料層103、液晶層104の厚さをそれぞれ1000Åとすれば、波長6500Å付近の赤色を主体とした光を反射し、それ以外の光を透過する。また、図1(b)に示すように、透明導電膜101と透明導電膜102との間に電圧を印加しないことにより、液晶層104の屈折率を $n_2$ とすると、屈折率が $n_3/n_2/n_3 \cdots n_3/n_2/n_3$ （ $n_2=1.52$ 、 $n_3=1.5$ ）の多層構造となり、高分子材料層103、液晶層104の屈折率差が小さくなる。このため、波長6500Å付近の赤色の波長帯域における光の反射率は大幅に低下し、大部分の光を透過する。この表示素子において、高分子材料層103、液晶層104を繰返し20層以上形成した場合には、電圧を印加することにより、高分子材料層103、液晶層104の屈折率差を大きくしたとき、赤色の光を90%以上反射させることができる。また、高分子材料層103、液晶層104の屈折率差が小さいときには、赤色の光の反射は10%以下になる。このため、特定の波長帯域の光の反射、透過を制御できる表示素子がこの実施例で形成でき、この表示素子によってバックライトを用いない軽薄化、携帯化が容易で、偏光板が不要でかつ光の利用効率の高い高輝度なカラー表示装置を作成することができる。

【0023】なお、ここでは $n_1>n_3$ の場合を例として示したが、 $n_3>n_1$ の材料を用いた場合でも同様な表示動作が可能なことは明かである。

【0024】また、 $n_1>n_3>n_2$ の場合であっても、 $n_3$ の値が $n_1$ あるいは $n_2$ の値に十分近ければ、やはり同様な表示動作が可能なことは明かである。

【0025】さらに、高分子材料層103、液晶層104の膜厚をそれぞれ1000Åとしたが、これに限ら

5

ず、膜厚を変えることによって反射する光の波長を変えることができる。

【0026】(表示素子2) 図2はこの発明による他の表示素子を示す概略図である。この表示素子においては、たとえば膜厚500ÅのITO膜からなる2つの透明導電膜201、202間に、屈折率 $n_3$ の光あるいは熱硬化型高分子材料203(たとえば熱硬化型高分子材料:エポキシ樹脂( $n_3=1.3$ )、あるいは光硬化型高分子材料:ライトラックLA0208( $n_3=1.5$ ))の中に、ツイストネマティック液晶(たとえばメルク社製E-7: $n_1=1.75$ 、 $n_2=1.52$ )からなるたとえば直径約500Åの小さな液晶の領域すなわち液晶ドロップレットが形成された小ドロップレット層205とたとえば直径約1000Åの大きな液晶ドロップレットが形成された大ドロップレット層207との多層構造が形成されている。液晶ドロップレットの大きさが異なると、高分子材料203中の液晶の含有比率が異なるため、小ドロップレット層205と大ドロップレット層207との屈折率も異なる。このため、屈折率の異なる多層構造が形成されていることになる。また、電界により液晶の屈折率を変化させると、大ドロップレット層207は液晶の含有量が多いから、大ドロップレット層207の屈折率の変化は大きい。一方、小ドロップレット層205は液晶の含有量が少ないから、小ドロップレット層205の屈折率の変化は小さい。このため、大ドロップレット層207と小ドロップレット層205との屈折率差を電界で変化させることができる。たとえば、大ドロップレット層207におけるツイストネマティック液晶の含有率を80%とし、小ドロップレット層205におけるツイストネマティック液晶の含有率を20%とすると、電界印加時での大ドロップレット層207の屈折率は約1.7となり、小ドロップレット層205の屈折率は約1.55となつて、屈折率差が生ずる。このため、よく知られた干渉フィルターの原理(たとえば、光学薄膜(藤原史朗編、共立出版、1986年)を参照)に従い、たとえば小ドロップレット層205、大ドロップレット層207の厚さをそれぞれ1000Åとすれば、波長6500Å付近の赤色を主体とした光を反射し、それ以外の光を透過する。また、透明導電膜201と透明導電膜202との間に加える電圧により、大ドロップレット層207の屈折率を $n_2$ とすると、屈折率が $n_3/n_2/n_3 \cdots n_3/n_2/n_3$ ( $n_2=1.52$ 、 $n_3=1.5$ )の多層構造となり、小ドロップレット層205、大ドロップレット層207の屈折率差が小さくなる。このため、波長6500Å付近の赤色光の反射率は大幅に低下し、大部分の光を透過する。この表示素子において、小ドロップレット層205、大ドロップレット層207を繰返し20層以上形成した場合には、電圧を印加することにより、小ドロップレット層205、大ドロップレット層207の屈折率差を大きくし

6

たとき、赤色の光を80%以上反射させることができる。また、小ドロップレット層205、大ドロップレット層207の屈折率差がない場合、赤色の光の反射を10%以下にすることができる。このため、上述実施例(表示素子1)と同様に特定の波長帯域の光の反射、透過を制御できる表示素子がこの実施例で形成でき、この表示素子によってバックライトを用いない軽薄化、携帯化が容易で、偏光板が不要でかつ光の利用効率の高い高輝度なカラー表示装置を作成することができる。

【0027】(表示素子の形成方法1) 図3はこの発明による表示素子の形成方法を説明するための概略図である。この表示素子の形成方法においては、まず図3(a)に示すように、たとえば膜厚500ÅのITO膜からなる2つの透明導電膜301、302間にたとえばツイストネマティック液晶(メルク社製:E-7)と光あるいは熱硬化型高分子材料(たとえばICI社製ラックストラックLCR208)との混合物303を配する。つぎに、図3(b)に示すように、たとえば波長488nmのアルゴンレーザー光304を混合物303に上下2方向から照射する。このとき、アルゴンレーザー光304は干渉を起こし、特定間隔 $d$ (たとえば2500Å間隔)でレーザー光に強弱が生じた干渉パターン305が得られる。この光の強弱は光の波長と2つの光の入射角により決定される微細な間隔で生ずる(たとえば、ホログラフィ(大越孝敬著、電子通信学会編、1977年)を参照)。このとき、混合物303が光硬化型高分子材料を含んでいる場合には、図4に示すように、混合物303の干渉パターン305の干渉光が照射された光強度が強い領域で光硬化型高分子材料が硬化する。また、混合物303が熱硬化型高分子材料(たとえばエポキシ樹脂)を含んでいる場合には、混合物303の干渉パターン305の干渉光が照射された光強度が強い領域で発熱が起こり、熱硬化型高分子材料が硬化する。このため、光の弱い領域には主に液晶が集る。この結果、液晶のみを含んだまたは液晶を多く含んだ液晶層306と高分子材料のみを含んだまたは高分子材料を多く含んだ高分子材料層307とが分離された微細な(たとえば2500Å間隔)多層構造が作製できる。

【0028】また、光の強度が強く、光あるいは熱硬化型高分子材料の硬化速度が速くなると、液晶は液晶ドロップレットとして析出する。この液晶ドロップレットの大きさは硬化速度が速いほど小さい。すなわち、光の干渉により光の強度が強まった領域(たとえばアルゴンレーザー光:波長4880Åで20mW/cm<sup>2</sup>程度かそれ以上の強度の領域)に直径数100Åの小さい液晶ドロップレットが形成されるようになる。また、光強度が弱い領域には、直径1000Å程度かそれ以上の大きさの液晶ドロップレットが形成される。このとき、図5に示すように、小さな液晶ドロップレットが形成された小ドロップレット層309と、硬化速度が比較的遅い領域

7

に大きな液晶ドロップレットが形成された大ドロップレット層311と多層構造ができ、小ドロップレット層309と大ドロップレット層311とでは液晶の含有率が異なるため、屈折率も異なる。このため、屈折率の異なる多層構造が形成できる。

【0029】液晶層306あるいは大ドロップレット層311は電圧の印加によってその屈折率が変化するので、液晶層306、高分子材料層307の屈折率差、小ドロップレット層309、大ドロップレット層311の屈折率差を適当に設定することによって、特定の波長帯域の光の反射、透過を制御できる表示素子が作製でき、この表示素子によって偏光板が不用で、かつ光の利用効率が

【0030】この表示素子の形成方法によれば、レーザー光を照射するだけの工程で、屈折率が異なる領域を波長間隔程度の微細間隔で繰返し配置させることができ、極めて光の反射効率の良い表示素子を簡便に作製することができる。

【0031】また、この表示素子の形成方法によれば、2つのレーザー光の照射方向を変えることによって干渉パターンの方向、間隔を任意に変えることができるから、屈折率が異なる領域を任意の間隔で任意の方向に作製することができる。このため、種々の波長帯域の反射光および反射強度を有する表示素子を簡便に作製できる。

【0032】なお、上述実施例においては、屈折率が変化する材料に液晶を用いたが、電圧によって屈折率が変化する高分子液晶、強誘電性液晶等を用いてもよい。また、干渉パターンを得るためにアルゴンレーザーを用いたが、干渉光が得られる位相が揃った光源であればよい。

【0033】

【発明の効果】以上説明したように、この発明の表示素子によれば、バックライトを用いない軽薄化、携帯化が容易で、偏光板が不要でかつ光の利用効率の高い高輝度

8

なカラー表示装置を作成することができ、またこの発明の表示素子の形成方法によれば、極めて簡単に屈折率が異なる薄層を微細間隔で繰返し積層させることができるから、光の利用効率の高い高輝度な表示素子を簡便に形成することができる。このように、この発明の効果は顕著である。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明による表示素子を示す概略図である。

【図2】この発明による他の表示素子を示す概略図である。

【図3】この発明による表示素子の形成方法を説明するための概略図である。

【図4】図3で説明した表示素子の形成方法によって形成された表示素子を示す概略図である。

【図5】図3で説明した表示素子の形成方法によって形成された他の表示素子を示す概略図である。

【図6】従来の透過型表示装置を示す概略図である。

【図7】従来の反射型表示装置を示す概略図である。

【図8】従来の高分子分散型液晶を用いた反射型カラー表示装置を示す概略図である。

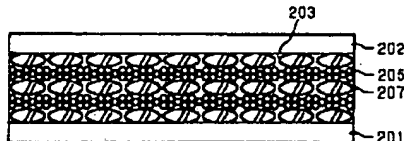
【図9】特願平2-306265号に記載の表示素子を示す概略図である。

【符号の説明】

103…高分子材料層  
104…液晶層  
205…小ドロップレット層  
207…大ドロップレット層  
303…混合物  
304…アルゴンレーザー光  
305…干渉パターン  
306…液晶層  
307…高分子材料層  
309…小ドロップレット層  
311…大ドロップレット層

【図2】

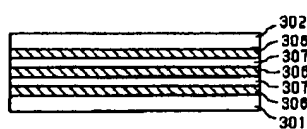
図 2



205…小ドロップレット層  
207…大ドロップレット層

【図4】

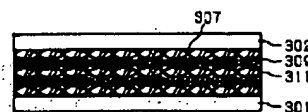
図 4



306…液晶層  
307…高分子材料層

【図5】

図 5

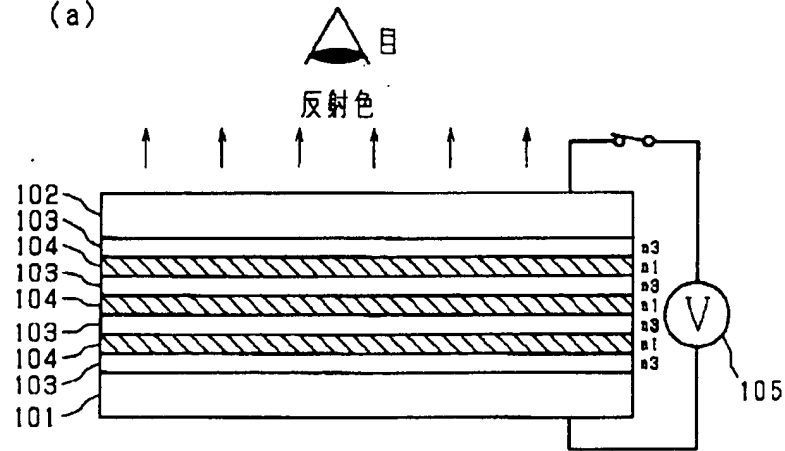


309…小ドロップレット層  
311…大ドロップレット層

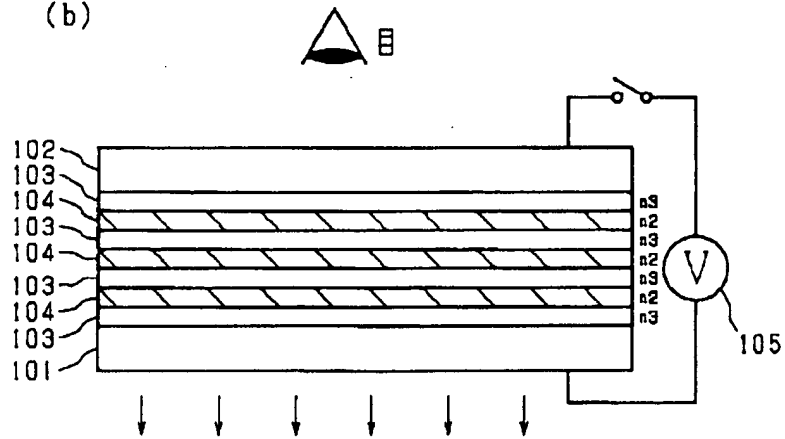
【図1】

図 1

(a)



(b)



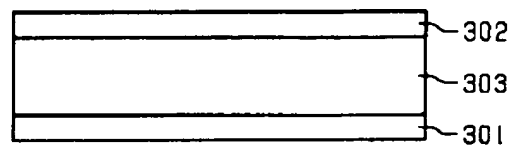
103...高分子材料層  
104...液晶層



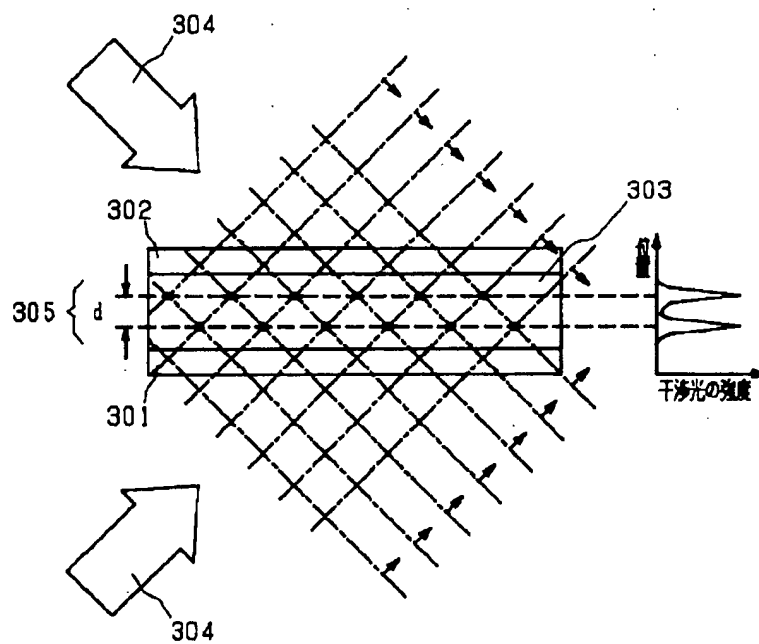
【図3】

図 3

(a)



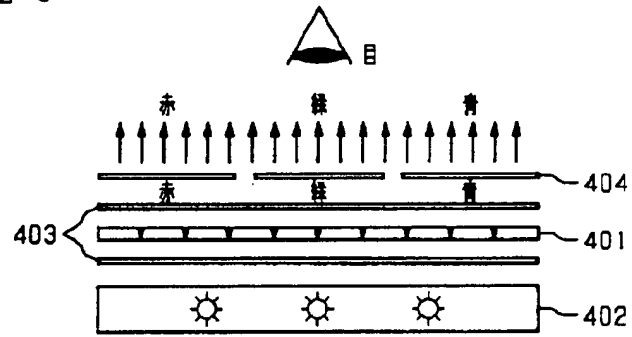
(b)



303...混合物  
 304...アルゴンレーザー光  
 305...干渉パターン

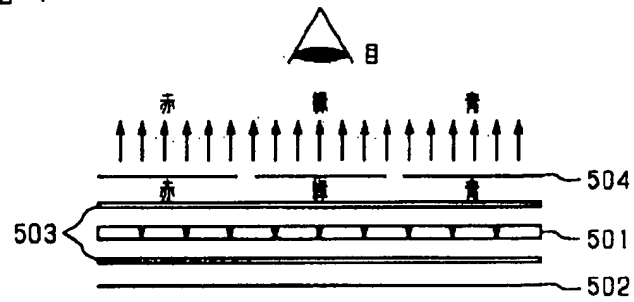
【図6】

図 6



【図7】

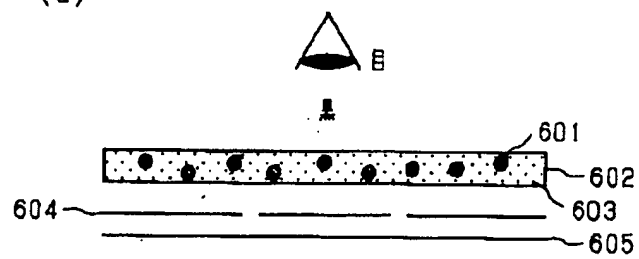
図 7



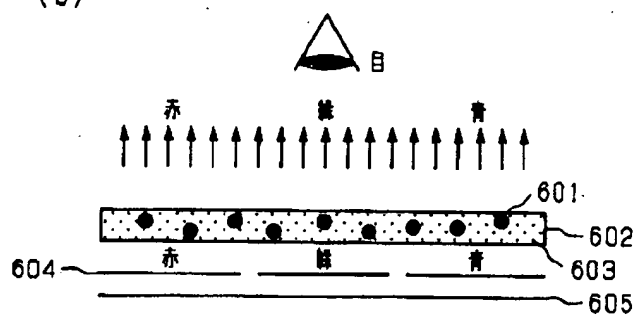
【図8】

図 8

(a)



(b)



【図9】

図 9

